Aus dem Institut für Zoonosenforschung
an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität
zu Frankfurt/Main

Direktor: Professor Dr. G. Schoop

Die insektizide Wirkung hochdisperser Kieselsäuren auf die Ektoparasiten des Geflügels

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
an der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von Norbert Kruner

Tierarzt aus Weißstein/Schlesien

Berlin 1964

1965

Journal-Nr. 485

Aus dem Institut für Zoonosenforschung
an der Johann-Wolfgang-Goethe-Universität
zu Frankfurt (Main)

Direktor: Professor Dr. G. Schoop

Die insektizide Wirkung hochdisperser Kieselsäuren auf die Ektoparasiten des Geflügels

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
an der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Vorgelegt von Norbert K r u n e r
Tierarzt aus Weißstein (Schlesien)

Berlin 1964
Journal-Nr. 485

Meinen lieben Eltern gewidmet

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

INHALTSÜBERSICHT:

Seite

A) Einleitung 5

B) Die Ektoparasiten des Geflügels (anhand der Literatur) 5

a) Dermanyssus gallinae 6

b) Mallophaga 7

C) Eigene Versuche 8

1. Geprüfte hochdisperse Kieselsäuren 9

a) Aerosil 9

b) gefällte Kieselsäuren 10

c) Thermale Kieselsäuren 11

d) Aerosildispersionen 12

2. Laborversuche an Parasiten 15

3. Feldversuche zur Behandlung von Hühnerstallungen mit Dermanyssus gallinae von Hühnern mit Mallophagenbefall . . . 22

D) Besprechung der Ergebnisse 26

E) Zusammenfassung 28

F) Schrifttum 29

Gedruckt mit Genehmigung der
Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

Dekan: Professor Dr. J. Boch

Referent: Professor Dr. J. Boch

Korreferent: Professor Dr. F. Schmidt-Hoensdorf

Tag der mündlichen Prüfung: 24. Februar 1965

A) **Einleitung**

Ektoparasiten, besonders aber die rote Vogelmilbe, können unter Umständen in den Hühnerbeständen große wirtschaftliche Verluste hervorrufen. Ihre weite Verbreitung und rasche Vermehrung machen die Bekämpfung zu einem ernsten Problem in der Geflügelhaltung, die in den letzten Jahren immer mehr an Bedeutung zunahm.

Schätzungen über Schäden, die von Ektoparasiten des Geflügels verursacht werden, wurden bei uns bisher in Zahlen nicht ausgedrückt, doch ist die Höhe dieser Verluste ohne Zweifel groß. Im Ausland, beispielsweise in den USA, werden die Schäden, die durch Ektoparasiten hervorgerufen werden, in der Geflügelzucht jährlich auf 80 Millionen Dollar geschätzt (zitiert nach M e l i c h a r 1963).

Um die Schmarotzer an Tieren und ihrer Umgebung zu bekämpfen, wurde mit unterschiedlichem Erfolg eine große Zahl von Präparaten angewandt. In den letzten Jahren sind durch die Zunahme der Resistenz gegen früher wirksame Mittel viele neue Verbindungen zur Herstellung und zur Anwendung gekommen. Viele von ihnen sind zwar gut wirksam, jedoch so toxisch, daß sie unter Umständen Erkrankungen oder gar den Tod der Wirtstiere hervorrufen können. Diese Umstände veranlassen Forscher und Industrie zur Suche nach neuen Mitteln, die die Ektoparasiten zwar töten, aber für Mensch und Tiere, die damit in Berührung kommen, relativ unschädlich sind.

Aus dieser Sicht wurde mir die Aufgabe gestellt, hochdisperse Kieselsäure in verschiedenen Dispersionen und Präparationen der Firma Degussa, Frankfurt (Main), im Labor wie im Feldversuch auf die Wirksamkeit gegenüber Ektoparasiten zu prüfen.

B) **Die Ektoparasiten des Geflügels** (anhand der Literatur)

In diesem Teil sollen vor allem die Punkte in der Biologie dieser Parasiten abgehandelt werden, die für die späteren Versuche wichtig erscheinen.

Die auf dem Körper des Geflügels schmarotzenden Tiere gehören ausnahmslos zum Stamme der Gliederfüßler (Arthropoda), und zwar innerhalb dieser zu den Klassen der Kerbtiere (Fliegen, Flöhe, Käfer, Insekten) und der Spinnentiere (Arachnoidea). Von den Arthropoden, die das Geflügel befallen, leben die meisten als Ektoparasiten auf der Haut. Sie können dort ihr ganzes Leben verbringen, wie z. B. die Mallophagen. Andere dagegen suchen das Tier nur auf zur Nahrungsaufnahme, um es anschließend wieder zu verlassen (Milben, Zecken).

Die Ausmaße der Schäden, die die Ektoparasiten hervorrufen, hängen vor allem von der Art der Parasiten, der Zahl und ihrer Verbreitung ab. Es ist selbstver-

ständlich, daß der Ektoparasit, der seinem Wirt Blut abnimmt, so z. B. **Dermanyssus gallinae,** weitaus gefährlicher ist als z. B. **Menopon gallinae,** ein Parasit, der vorwiegend im Federkleid lebt und seinen Wirt im wesentlichen nur beunruhigt. Einige Autoren aber wollen bereits nachgewiesen haben, daß auch die Mallophagen Blut saugen können, und zwar aus den Blutkielen junger Federn oder deren Oberhaut (B o r c h e r t 1962 und K a l a m a r z 1963). Die Schäden, die beim Geflügel von einer leichten Dauerbeunruhigung über die Herabsetzung der Legeleistung bis zum eventuellen Tod reichen, gehen aus den verschiedensten Lehrbüchern der Parasitologie und der Geflügelkrankheiten hervor (B o r c h e r t 1962, F r i t z s c h e und G e r r i e t s 1962).

a) **Dermanyssus gallinae**

Die gemeine Vogelmilbe, rote Milbe, örtlich fälschlich auch Hühnerlaus genannt, ist ein kleiner Parasit, der mit dem bloßen Auge gerade noch zu erkennen ist. Von den Spinnentieren (Arachnoidea) stellt besonders die Ordnung der Milben (Acari) die Geflügelektoparasiten. B o r c h e r t 1962 unterscheidet innerhalb dieser Ordnung noch die Unterordnung Acarina. Diese Unterordnung ist aufgeteilt in etwa 1500 Gattungen mit bisher 6000 bekannten Arten. Die rote Vogelmilbe ist die bei uns am meisten verbreitete Milbe. Der Parasit ist gelbgefleckt, nach Saugen von Blut dunkelrotbraun, 0,7 mm lang und 0,4 mm breit. Die Mundwerkzeuge sind scherenförmig und vom stechenden Typ. Augen fehlen. Die acht sechsgliedrigen, mäßig langen Beine sind mit Borsten besetzt und enden mit einer Doppelkralle. Zur Atmung dienen Fächertracheen. Der ganze Körper ist mit kurzen dünnen Haaren besetzt. Die rote Vogelmilbe vermehrt sich durch das Ablegen von Eiern in Ritzen und Spalten. Nach drei bis vier Tagen entwickelt sich aus dem Ei die Larve, die über zwei weitere Stadien nach vier bis fünf Tagen – je nach Temperatur – zur Imago wird. Hohe relative Luftfeuchtigkeit und Dunkelheit beschleunigen neben Wärme den Entwicklungsprozeß. Die Parasiten sind negativ heliotrop und suchen daher stets lichtgeschützte Stellen auf. Ein Vogelmilbenweibchen kann nach B o r c h e r t 1962 acht Wochen lang Eier legen, und zwar 1600–2600. Die Milben selbst vermögen monatelang zu hungern. Sie leben in Holzspalten, Ritzen, hohlen Sitzstangen, Ställen, Nestern und Käfigen. Hühner, Truthühner, Enten, Tauben, Fasane, Schwalben, Stubenvögel sowie freilebende Vögel aller Art werden von ihnen heimgesucht.

Mangel an aviären Wirten veranlaßt sie, Säugetiere und den Menschen aufzusuchen. Beim Menschen können sie nach H o l z 1954 einen Urticaria-ähnlichen Ausschlag verursachen.

Dermanyssus gallinae ist am Tage nur selten zwischen den Federn als flinkes, bewegliches, rötliches Gebilde zu sehen. An der unteren Seite der Sitzstangen

sowie an den Auflegestellen findet man die Milben häufig als dicke, graubraune Beläge. An den Leichen toter Vögel trifft man sie selten an. Man kann aber die vom Wirt abgepickten Exemplare in Rachenhöhle und Kropf nachweisen. Anämie und Abmagerung gehören mit zum Krankheitsbild. Die Muskulatur ist fischfleischähnlich, das Knochenmark ist rot und saftreich. Lungenödeme werden regelmäßig gefunden (G r z i m e k 1957).

Die Tiere meiden instinktiv die Plätze, wo das Ungeziefer auf sie wartet (Stall, Nester). Bei starkem Vogelmilbenbefall sind gehäufte Todesfälle möglich. Nach statistischen Angaben sind 0,8 v.H. der 1938—1941 an die Institute des Geflügelgesundheitsdienstes insgesamt eingeschickten Hühner an Ektoparasiten, unter denen die roten Vogelmilben vorherrschten, gestorben.

b) **Mallophaga**

Federlinge oder Federläuse sind die am weitesten verbreiteten Ektoparasiten und kommen fast bei jeder Vogelart in besonderen Species vor. Nach B o r c h e r t (1962) sind ca. 2500 Arten bekannt. Es sind Kerbtiere ohne Flügel. Der Körper besteht aus drei deutlich geschiedenen Abschnitten (Kopf, Brust, Hinterleib). Der Kopf ist schaufelartig abgeflacht, stets breiter als das folgende Brustsegment. Die Mundwerkzeuge sind beißend-kauend. Die Augen sind nicht immer zu erkennen. Die Segmente des deutlich abgesetzten Prothorax sind mit drei Paar gegliederten Beinen versehen, die mit ein oder zwei Krallen enden. Der Hinterleib besteht aus neun Segmenten, wobei die letzten zwei meist vereinigt sind und den Sitz für die Geschlechtsöffnung beim Weibchen sowie den Begattungsapparat beim männlichen Insekt umgeben. Die Kerbtiere atmen durch Tracheen, die den ganzen behaarten Körper durchziehen. In dem Ei, das auch als Nisse bezeichnet wird, entwickelt sich eine Larve, die nach fünf bis acht Tagen schlüpft und danach drei Häutungen durchmacht. Die Gesamtentwicklung bis zur erneuten Eiablage dauert zwischen drei und fünf Wochen. Ein Paar kann in einigen Monaten bis zu 120 000 Nachkommen erzeugen (B o r c h e r t 1962).

Das klinische Bild hängt weitgehend von dem Grad des Ektoparasitenbefalles ab. Stark befallenes Geflügel ist infolge des Juckreizes viel mit seinem Gefieder beschäftigt. Das Federkleid macht einen zerschlissenen Eindruck. Das Sandbadebedürfnis ist erhöht. Die Tiere sind matt, die Kämme werden blaß, und die Leistung läßt nach. Man findet am Geflügel 1 bis 6 mm lange dorsoventral abgeplattete, braungelbe, flügellose, aber sehr bewegliche Insekten. Bei näherer Untersuchung findet man in den Flaumfedern, am Federschaft meist in Klumpen abgelegte Eier der Mallophagen, besonders in der Kloakenumgebung. Bei Jungtieren kann ein starker Mallophagenbefall unter Umständen zum Tode führen.

C) Eigene Versuche

Die Bekämpfung der Ektoparasiten beim Geflügel kann auf verschiedene Art durchgeführt werden. Man unterscheidet zwei Bekämpfungsmethoden:

1. Mechanische Bekämpfung
2. Chemische Bekämpfung

Die erstgenannte Methode hat in unserem Zeitalter an Bedeutung verloren, die zweite dagegen befindet sich in einer ständigen Entwicklung. Viele der neuen Präparate lassen unter Umständen eine Resistenz aufkommen, die sich auch auf die Nachkommen in mehreren Generationen vererben kann. Mit dem Auftreten widerstandsfähiger Selektionen verliert das Präparat viel von seiner Einsatzmöglichkeit.

Gegenwärtig versucht man Mittel anzuwenden, die eine ausgesprochen physikalische Wirkung aufweisen. Dazu gehören auch die hochdispersen Kieselsäuren, die durch ihre Primärteilchen eine gute hygroskopische Wirkung erkennen lassen und auf der Absorption der Lipoidschicht der Parasiten beruht (Tarshis 1962). Sie entziehen den Schmarotzern Flüssigkeit und verursachen dadurch den unmittelbaren Tod. Eine derartige Wirkung soll z. B. auch das Aerosil aufweisen. Die physikalisch wirkenden Mittel bieten den großen Vorteil, daß man nicht mit auftretender Resistenz zu rechnen hat.

Tarshis (1962) verwendete zur Abtötung der **Schaben** das Dri-Die 67 (95,3% silica aerogel + 4,7% Ammoniak-Fluosilikat) und erzielte bei ausgewachsenen deutschen Küchenschaben **(Blattella germanica)** mit 200 Milligramm eine Bewegungsunfähigkeit in 45' und den Tod in 75'. Dabei verloren die Schaben etwa 20% des Körpergewichtes, was auf den Flüssigkeitsverlust zurückzuführen ist. Durch Zusatz von 2% Dibrom zu Dri-Die 67 konnte der gleiche Verfasser keine wesentlich besseren Ergebnisse erzielen.

In Europa wurde die abtötende Wirkung staubförmiger Kieselsäure auf Arthropoden durch Melichar, Willomitzer und Vlcek (1964) aufgegriffen. Die Diskussion hierüber fand in der ersten Konferenz über Aerosole, die von der Phys.-chem. Anstalt der tschechischen Akademie der Wissenschaften in Liblice abgehalten wurde, statt.

Melichar und Willomitzer haben experimentell die insektizide Wirkung an **Musca domestica** und **Dermanyssus gallinae** festgestellt.

Soweit uns bekannt ist, wurden hochdisperse Kieselsäuren zur Abtötung von Ektoparasiten in Deutschland noch nicht angewandt.

1. Geprüfte hochdisperse Kieselsäuren

a) Aerosil

Die Kieselsäure verdankt ihren Namen dem in der Natur reichlich vorkommenden Kieselstein, lateinisch silex. Kieselstein, Sand und andere Quarzmineralien bestehen aus mehr oder weniger reinem Siliziumdioxyd. Auch Lebewesen, z. B. Schachtelhalm (Equisetum arvense) und Vogelknöterich (Polygonum aviculare) sowie die Schalen und Skelette von Diatomeen und Radiolarien, enthalten Siliziumdioxyd. Das Siliziumdioxyd bildet drei Modifikationen:

a) Quarz

b) Tridymit

c) Cristobalit

Diese drei Modifikationen weisen je eine α- und β-Form auf.

$$\text{Quarz} \overset{870^\circ}{\rightleftharpoons} \text{Tridymit} \overset{1470^\circ}{\rightleftharpoons} \text{Cristobalit}$$

Weit verbreitet auf der Erdoberfläche ist der Quarz. Seine Struktur ist weitgehend aufgeklärt.

Aerosil ist eine hochgereinigte und sehr fein verteilte Kieselsäure (SiO_2). Das Produkt wird durch die Degussa, Deutsche Gold- und Silberscheideanstalt. Frankfurt (Main), in den Handel gebracht. Dank der hohen chemischen Reinheit und der definierten Beschaffenheit der kolloiden Teilchen ist Aerosil auch in der Pharmazie zu einem ausgezeichneten Hilfsstoff geworden. Das hohe Adsorptionsvermögen kann unter anderem beim Tablettieren ausgenutzt werden. In Pudern verhindert das Aerosil die Verklumpung; es lockert auf und steigert die Streufähigkeit.

Genutzt wird ebenfalls die Verdickungswirkung des Aerosils auf flüssige Phasen, z. B. bei der Herstellung von Salben, Cremes und Pasten. Allein als Salbengrundlage (Zierz 1960 und Hopf 1955) wird es mit gutem Erfolg wegen seiner Farblosigkeit, chemischen Indifferenz und seiner Neutralität verwendet.

Aerosil wird nach einem großtechnischen Flammenprozeßverfahren hergestellt. 1942 wurde dieser Prozeß von H. Kloepfer erfunden. Als Ausgangsprodukt dient das Siliziumtetrachlorid, das einer Hydrolyse in einer Knallgasflamme entsprechend der Reaktion

$$SiCl_4 + 2H_2O \longrightarrow SiO_2 + 4HCl$$

unterzogen wird. Nach der Flammenzone erhalten wir ein SiO_2-Aerosol, das im weiteren Verlauf des Verfahrens koaguliert. Aerosil ist dementsprechend als

Koagulationsprodukt eines Aerosols anzusprechen. Das Endprodukt fällt in kugelförmigen Teilchen an, die aus amorphem Siliziumdioxyd bestehen. Gewünschte Teilchengröße sowie die Ausbildung der Oberfläche (glatt, genarbt oder porig) können durch $SiCl_4$-Konzentration, Flammentemperatur und Verweilzeit der SiO_2-Keime in der Flamme beeinflußt werden (B r ü n n e r 1958). Die Größe der Primärteilchen und sonstige Angaben über die verschiedenen Aerosilprodukte gehen aus der Tabelle I hervor.

TABELLE I: Eigenschaften verschiedener Kieselsäurepräparationen

Produkte	SiO_2-Gehalt	Schüttgewicht (g/l)	Oberfläche nach BET (m^2/g)	pH-Wert in 4%iger wäßriger Suspension
AEROSIL/u	99,8	40— 60	175 ± 25	3,6—4,3
AEROSIL 2491	99,8	40— 60	300 ± 30	3,6—4,3
AEROSIL 2491/380	99,8	40— 60	380 ± 40	3,6—4,3
Ultrasil VN 3	87,0	80—110	240	6,0
Ultrasil VN 3 DS	87,0	25	240	6,0
Kieselsäure TK 70	99,4	142	50 ± 5	4,2
Kieselsäure TK 302	99,4	80	215 ± 15	4,0—4,4

Aerosil besitzt weitgehende chemische Indifferenz. Es besteht zu 99,8% aus Siliziumdioxyd und ist schneeweiß. In dünner Schicht leuchtet es leicht blauweiß und ist völlig geruchlos. Die Einzelteilchen besitzen gleichmäßige Struktur. Sie neigen aber durch die Oberflächenkräfte zu einer gewissen Zusammenballung, die zur Bildung von Sekundäragglomeraten führt. Das spezifische Gewicht beträgt 2,2. Eine physikalisch wichtige Eigenschaft des Aerosils ist seine röntgenamorphe Beschaffenheit (B r ü n n e r 1960). In konzentrierter Natronlauge ist Aerosil löslich und bildet Natriumsilikat. In Alkohol und Wasser gibt Aerosil eine trübe Suspension. Der pH-Wert dieser Suspensionen liegt zwischen 4—5.

b) **Gefällte Kieselsäuren**

Während Aerosil aus einem thermischen Prozeß gewonnen wird, wobei man vom Rohstoff $SiCl_4$ ausgeht, werden die gefällten Kieselsäuren aus Natriumwasserglas gewonnen. Natriumwasserglas wird synthetisch hergestellt, und

zwar aus Quarzsand und Soda in einem Schmelzprozeß. Es hat im allgemeinen die Zusammensetzung

$$Na_2O \cdot 3{,}3\,SiO_2$$

mit ca. 25 Gewichtsprozent SiO_2.

Durch eine einfache Neutralisationsreaktion wird das Na_2O mit Mineralsäuren umgesetzt und die Kieselsäure je nach Reaktionsbedingung mit unterschiedlichen Primärteilchen bzw. Oberflächen freigemacht. Wie beim thermischen Prozeß der Aerosilherstellung spielen auch hier Konzentration, Temperatur und Verweilzeit die größte Rolle für die Einstellung von Primärteilchendurchmesser und spezifischer Oberfläche.

Im Gegensatz zu Aerosil enthält VN3 nur 87% SiO_2. Der Grund dafür liegt in der Herstellungsweise aus wäßriger Lösung. Dabei resultieren Kieselsäuren, die neben einem physikalisch anhaftenden Wasser von ca. 5% (bestimmt bei 105° C) noch gebundenes Wasser von ca. 6% enthalten. Die Herstellungsweise bedingt außerdem die größeren Verunreinigungen, die in erster Linie aus den Salzen des Na bestehen. Während beim Aerosil-Prozeß kugelförmige Teilchen entstehen, deren Oberfläche im allgemeinen glatt ist, erhält man durch die Säurebehandlung bei der Herstellung gefällter Kieselsäuren kugelförmige Teilchen, die stark porös sind und bei denen die nach Brunauer, Emmet und Teller (BET) gemessene Oberfläche durch die Porösität größer ist als die aus dem Teilchendurchmesser errechnete Oberfläche. Bei Aerosil korrespondieren im großen und ganzen BET und Primärteilchengröße.

Zur Palette der gefällten Kieselsäuren gehören auch noch die Produkte

Calsil und AS 7,

die Silikate sind, bei deren Herstellung außer der Mineralsäure noch das gewünschte Metalloxyd, wie z. B. Calciumoxyd oder Aluminiumoxyd, zugesetzt wird.

Die geschilderten Produkte werden vorwiegend in der Kautschukindustrie als verstärkende Füllstoffe eingesetzt. Je nach der Aktivität der Füllstoffe können Zerreißfestigkeit, Kerbzähigkeit und Härte beträchtlich erhöht werden. Die Aktivität von Kieselsäuren und Silikaten hängt von den Primärteilchengrößen in der Art ab, daß mit dem kleinsten Teilchen die größten Verstärkungseffekte erzielt werden.

c) **Thermale Kieselsäuren**

Wie bei Aerosil und VN3 ist auch bei den thermalen Kieselsäuren der Ausgangsstoff Quarzsand. In einem Lichtbogenprozeß wird SiO_2, das als grobkörniger Quarzsand vorliegt, mit Kohle zur Reaktion gebracht und zu SiO reduziert. Der

Prozeß der Rückoxydation dieses gasförmigen Stoffes zu SiO_2 kann so gesteuert werden, daß auch hier Kieselsäureteilchen von verschiedenen physikalischen Eigenschaften entstehen.

d) **Aerosildispersionen**

Die hydrophilen Eigenschaften des Aerosils gestatten es, stabile wäßrige Dispersionen herzustellen. Das Verhalten von Aerosil in Wasser läßt sich nach den allgemein bekannten Regeln der Kolloidchemie erklären.

Im kolloiden System kann man zwei Phasen unterscheiden:

1. das Dispersionsmittel
2. die disperse Phase.

Der Primärteilchengröße entsprechend kann man folgende Dispersionen unterscheiden:

TABELLE II: Einteilung der Lösungen nach Teilchengröße

Molekular dispers	Kolloid dispers	Mikroskopisch dispers	Makroskopisch dispers
Teilchendurchmesser 0,1–1 mμ	1–100 mμ	Teilchendurchmesser 100 mμ–100 μ	100 μ
Lösung nicht sichtbar	Sol sichtbar im Elektronenmikroskop	Suspensionen sichtbar im Lichtmikroskop	sichtbar mit unbewaffnetem Auge

Die Aerosile gehören entsprechend der Tabelle II zu den Kolloiden. Im Wasser suspendiert bilden sie kolloide Lösungen, sogenannte Sole, in höheren Konzentrationen Gele.

Für die vorgesehenen Versuche wurden folgende Dispersionen zur Verfügung gestellt:

1. K 328 – wäßrige Aerosildispersion von 280 g SiO_2/l pH von 5–6 Viskosität in cE (Grad Engler) 1,3–1,6.
2. Für den vorgesehenen Versuchszweck wurden vier weitere Spezialdispersionen entwickelt, die mit den Buchstaben A–D benannt sind.

Diese Versuchsprodukte unterscheiden sich generell von dem Produkt K 328 durch den zusätzlichen Gehalt eines Netz- und Haftmittels.

Im Produkt A: 130 g SiO_2/l 0,5% Netz- und 2% Haftmittel.

B: 160 g SiO_2/l 0,5% Netz- und 1% Haftmittel.

C: 170 g SiO_2/l 0,5% Netz- und 1% Haftmittel sowie 2,5% filmbildende Substanz.

D: 80% SiO_2/l 1% Netz- und 2% Haftmittel sowie 1% filmbildende Substanz.

Außer den Aerosildispersionen wurden sieben Proben handelsübliche hochdisperse Kieselsäuren zu Versuchszwecken zur Verfügung gestellt. Sie unterscheiden sich voneinander durch verschiedene Herstellungsverfahren, insbesondere aber in ihrer Oberfläche, die nach der BET-Methode berechnet ist und aus der Tabelle I zu ersehen ist.

Die Abbildungen Nr. I–III zeigen einige Aerosilmuster in elektronenmikroskopischen Aufnahmen. Die Bilder sind im Maßstab 1:50 000 hergestellt und wurden von der Firma Degussa zur Verfügung gestellt.

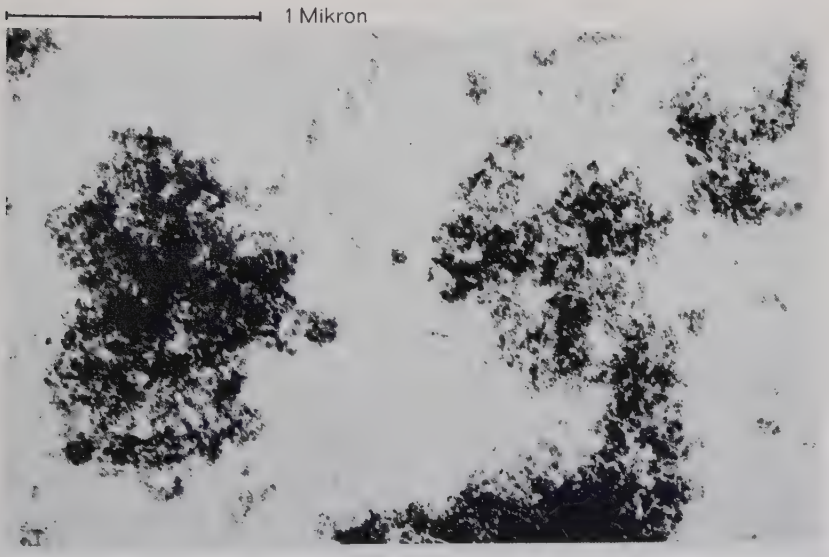


Abb. I: Aerosil 2491/380, aufgestäubt

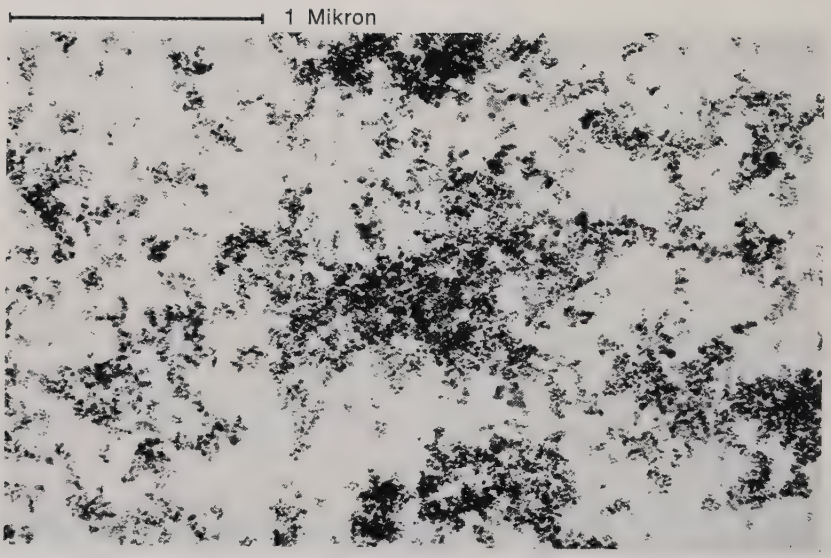


Abb. II: Aerosil Standard, zerrieben und aufgestäubt

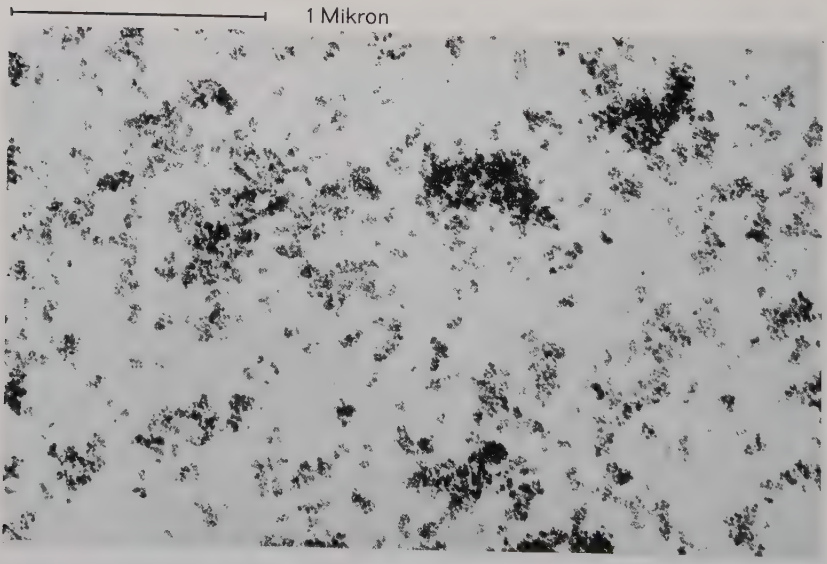


Abb. III: Aerosil 2491, zerrieben und aufgestäubt

2. **Laborversuche an Parasiten**

1. Versuch

Es galt, zunächst im Labor die Wirkung des Aerosils zu prüfen. Dazu wurden Federlinge von Tauben und Hühnern, die aus sechs verschiedenen Ställen stammten, benutzt. Die Ektoparasiten wurden einzeln von den Wirtstieren in ein leeres 100-ml-Kölbchen abgelesen. Anschließend wurden sie in Petrischalen gebracht. Der Boden der Petrischalen war mit dem Versuchsprodukt Aerosil/u bedeckt. Außerdem wurden einige Mallophagen in leere Petrischalen zu Kontrollzwecken gebracht. Die Federlinge von Hühnern starben in ca. einer Stunde, von Tauben in sieben Stunden. Einige Mallophagen wurden zusammen mit der Federfahne in die Schalen gelegt. Die Bewegungsunfähigkeit und der Tod der Parasiten erfolgte in diesem Falle 33 Stunden später als in der Petrischale, wo sich keine Federn befanden. Nach Versuchsabbruch lebten die Mallophagen unverändert in den Kontrollschalen weiter. Die Ergebnisse sind in der Tabelle III zusammengestellt.

TABELLE III: Versuche zur Abtötung von Mallophagen mit Aerosil/u

Nr.	Datum	Wirtstier	Parasitenzahl	Ansatz	Bewegungsunfähigkeit	Zeit	Tod	Zeit
1	26. 5. 64	Taube*	25	14.00	28. 5. 64	20.00	29. 5. 64	6.00
2	26. 5. 64	Taube	25	14.00	27. 5. 64	19.00	27. 5. 64	21.00
3	26. 5. 64	Taube*	25	14.00	28. 5. 64	20.00	29. 5. 64	6.00
4	26. 5. 64	Huhn	25	14.00	26. 5. 64	14.30	27. 5. 64	15.00
5	29. 5. 64	Huhn	25	15.00	29. 5. 64	15.40	29. 5. 64	16.10
6	29. 5. 64	Huhn	25	15.00	29. 5. 64	15.40	29. 5. 64	16.00

Bemerkung: * = mit Federn in die Petrischale gebracht
Huhn = Menopon gallinae
Taube = Campanulotes bidentatus

2. Versuch

In weiteren Untersuchungen im Laboratorium wurden die Versuche auf Parasiten, die aus fünfzehn Beständen stammten, erweitert, wobei außer Mallophagen auch die rote Vogelmilbe und einige Haarlinge und Zecken vom Eich-

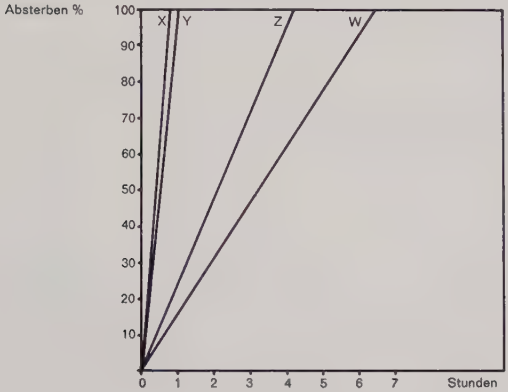
hörnchen mit inbegriffen waren. Dabei wurde erneut das Augenmerk auf die Bewegungsunfähigkeit bzw. den Tod gerichtet. Als Versuchsprodukt diente auch hier das Aerosil/u. Die Haarlinge und Zecken vom Eichhörnchen starben innerhalb von 45', Mallophagen von Hühnern in einer Stunde. Milben waren in 4 bis 4½ Stunden getötet. Die Federlinge von Tauben brauchten zu Bewegungsunfähigkeit und Tod 5—10 Stunden. Die Parasiten in den Kontrollschalen lebten beim Abbruch des Versuches unverändert weiter. In der Tabelle IV und in der graphischen Darstellung Abb. IV sind die entsprechenden Ergebnisse zusammengestellt.

TABELLE IV: Versuche zur Abtötung von Ektoparasiten mit Aerosil/u

Nr.	Datum	Wirtstier	Parasitenzahl	Ansatz	Bewegungsunfähigkeit	Tod Zeit	Tod %	Abtötungszeit i.Std.
1	30. 5. 64	Huhn	50	10.30	11.00	11.30	100	1
2	30. 5. 64	Huhn	50	10.30	11.00	11.30	100	1
3	30. 5. 64	Taube	50	19.15	23.00	6.00	85	10¾
4	31. 5. 64	Huhn	50	20.50	21.15	21.50	90	1
5	2. 6. 64	Huhn	50	12.00	12.30	13.00	100	1
6	2. 6. 64	Huhn	50	12.00	12.45	13.15	100	1¼
7	2. 6. 64	Taube	50	12.30	16.30	18.00	90	5½
8	2. 6. 64	Taube	50	15.00	18.00	23.00	95	8
9	4. 6. 64	Huhn	50	10.30	11.00	11.30	100	1
10	3. 6. 64	Hühnerst.	ca. 100	12.15	15.00	16.30	85	4¼
11	3. 6. 64	Hühnerst.	ca. 100	11.50	14.30	16.00	80	4⅙
12	3. 6. 64	Hühnerst.	ca. 100	11.50	14.30	16.00	80	4⅙
13	4. 6. 64	Hühnerst.	ca. 100	10.30	13.20	15.00	85	4½
14	4. 6. 64	Eichhörnchen	15	10.00	10.20	10.45	100	¾
15	4. 6. 64	Eichhörnchen	15	10.00	10.30	10.50	100	⅚

Bemerkung: Vom Huhn wurde Menopon gallinae,
von der Taube wurde Campanulotes bidentatus,
vom Eichhörnchen wurden Haarlinge und Schildzecken abgelesen.

Abb. IV: Zeitverlauf des Absterbens verschiedener Ektoparasiten



X - Zecken u. Haarlinge vom Eichhörnchen
Y - Federlinge von Hühnern
Z - Rote Vogelmilben von Hühnern
W - Federlinge von Tauben

Abb. IV

3. Versuch

In diesem Versuch wurden je drei Petrischalen mit Aerosil/u, Aerosil 2491/380 sowie mit einigen hochdispersen Kieselsäureprodukten, und zwar mit VN3, VN3DS, TK70, TK302 gefüllt, und mit ca. je 100 roten Vogelmilben besetzt. In den Aerosilprodukten wurde innerhalb von vier Stunden die Bewegungsunfähigkeit und die Tötung festgestellt. Dagegen wurden bei den restlichen Kieselsäureprodukten die Milben erst in ca. sieben Stunden getötet.

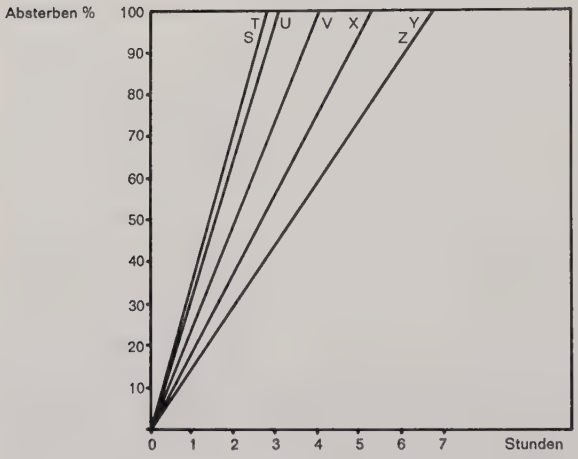
Im	VN3	erfolgte die Tötung nach	2¾	Stunden
	VN3DS	erfolgte die Tötung nach	6¾	Stunden
	TK70	erfolgte die Tötung nach	6¾	Stunden
	TK302	erfolgte die Tötung nach	2¾	Stunden

Die Milben in den Kontrollschalen lebten beim Abbruch des Versuches ohne merkbare Veränderungen weiter. Die Ergebnisse sind aus der Tabelle V und Abbildung V zu entnehmen.

TABELLE V: Abtötungszeiten von jeweils ca. 100 Dermanyssus gallinae in verschiedenen Versuchsprodukten

Nr.	Versuchsprodukt	Ansatz	Abtötungszeit um ... Uhr in %					
			10.30	11.30	12.00	12.30	13.00	14.30
1	VN 3	7.45	100					
2	VN 3 DS	7.45	75					100
3	TK 70	7.45						100
4	TK 302	7.45	100					
5	AEROSIL 2491	9.00		95	100			
6	AEROSIL 2491/380	9.00		80	90	95	100	

Zeitverlauf des Absterbens des Dermanyssus gallinae
in hochdispersen Kieselsäuren (Pulverform)



T - Kieselsäure TK 302
S - Ultrasil VN 3
U - Aerosil 2491
V - Aerosil 2491/380
X - Aerosil/u.
Y - Ultrasil VN 3 DS
Z - Kieselsäure TK 70

Abb. V

4. Versuch

In einem zusätzlichen Laborversuch sind von sieben Versuchsprodukten, und zwar VN3, VN3DS, TK70, TK302, Aerosil/u, Aerosil 2491 und Aerosil 2491/380, im Gegensatz zu dem Versuch 3 je 1 g in die Petrischale verteilt und wiederum pro Schale mit ca. 100 Vogelmilben besetzt worden. Auf den Zeitpunkt der Tötung wurde auch hier geachtet. Da die Produkte nicht die gleichen Schüttgewichte und damit auch verschiedene Oberflächen hatten, schien dieser Versuch nötig.

Die Milben im	TK302	starben nach	2½ Stunden
	VN3	starben nach	3 Stunden
	A2491	starben nach	4 Stunden
	A2491/380	starben nach	4¾ Stunden
	Aerosil/u	starben nach	5 Stunden
	TK70	starben nach	9 Stunden
	VN3DS	starben nach	7 Stunden

Die Parasiten in den Kontrollschalen lebten bei Abbruch des Versuches unverändert weiter. Die Ergebnisse zeigen die Tabelle VI und die graphische Darstellung in der Abbildung VI. Auch der Einfluß der Oberflächen hochdisperser Kieselsäuren auf die Tötungszeit wird aus der Abbildung VII ersichtlich.

TABELLE VI: Abtötungszeiten von jeweils ca. 100 Dermanyssus gallinae mit je 1 g des Versuchsproduktes

Datum: 13. 8. 1964

Nr.	Versuchsprodukte	Ansatz	Kontrollzeiten und Tötung in %					
		11.00	13.30	14.00	15.00	15.45	16.00	17.00-20.00
1	TK 302	–	100					
2	VN 3			100				
3	AEROSIL 2491				100			
4	AEROSIL 2491/380					100		
5	AEROSIL/u						100	
6	TK 70							100
7	VN 3 DS							100

Zeitverlauf des Absterbens des Dermanyssus gallinae in hochdispersen Kieselsäuren (jeweils 1g-Pulver)

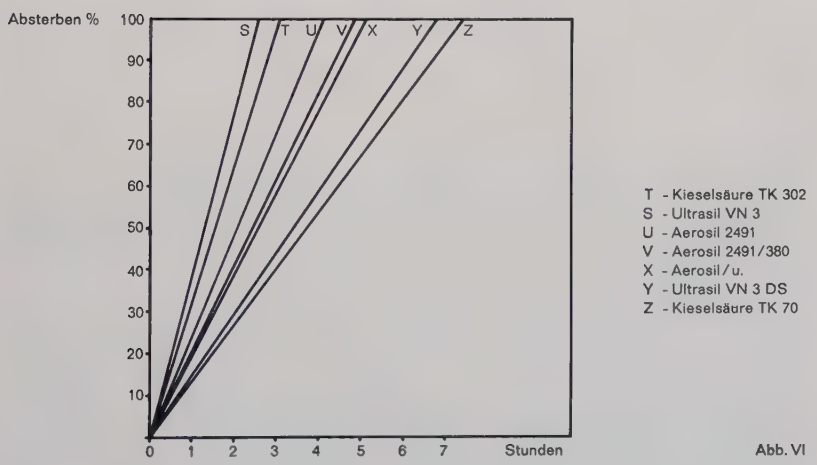
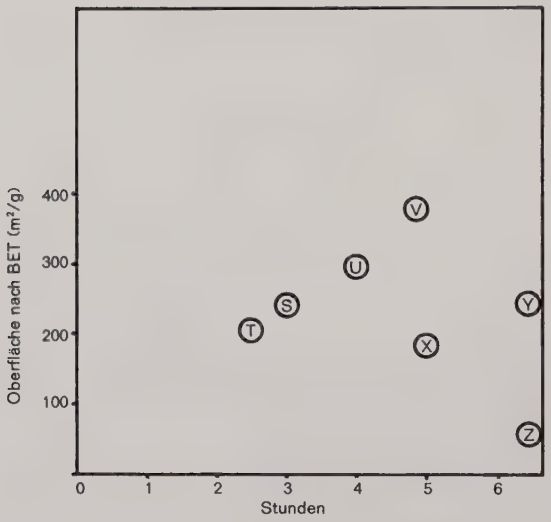


Abb. VI

5. Versuch

Außer den Versuchen mit hochdispersen Kieselsäuren wurden Laborversuche mit einigen Aerosildispersionen in verschiedenen wäßrigen Präparaten durchgeführt, um diese später im Feldversuch zu erproben. Diese Präparate sollten

Einfluß der Oberflächen hochdisperser Kieselsäuren auf die Absterbezeit des Dermanyssus gallinae



T - Kieselsäure TK 302
S - Ultrasil VN 3
U - Aerosil 2491
V - Aerosil 2491/380
X - Aerosil/u.
Y - Ultrasil VN 3 DS
Z - Kieselsäure TK 70

Abb. VII

besonders bei der Bekämpfung der roten Vogelmilbe in größeren Beständen Anwendung finden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind folgende:

Das Versuchsprodukt K328 mußte gleich nach dem ersten Versuch ausgeschlossen werden, da die Dispersion in der Spritze koagulierte und sich infolgedessen nicht zerstäuben ließ.

Als weitere Dispersionen wurden die A-, B-, C-, und D-Form geprüft (siehe Seite13). Die Ergebnisse mit der A-Dispersion sowie mit der B-Dispersion in einer Verdünnung 1:1 und 1:2 waren zufriedenstellend. Dasselbe galt für das Produkt C. Die Ektoparasiten wurden sofort fixiert und kurze Zeit darauf getötet. Die behandelte Fläche war nach 24 Stunden bei dem Produkt C glatt bis auf die in ihr befindlichen Parasiten. Aus diesem Grunde wurde eine Verdünnung nach dem Muster B hergestellt, und je drei Petrischalen wurden mit C 1:2, 1:5 und 1:10 besetzt. Das Ergebnis war nicht zufriedenstellend, da die Parasiten verhältnismäßig spät (erst etwa nach einer halben Stunde) fixiert wurden und der Austrocknungsprozeß und damit auch die Bewegungsfähigkeit sowie die Tötung erst nach 4—8 Stunden eintraten. Bei dem Produkt D wurden fast die gleichen

TABELLE VII: Versuche zur Abtötung von jeweils 30 Parasiten in verschiedenen Suspensionen

Nr.	Datum	Wirtstier	Ektoparasiten	Versuchs-produkt	Tag	Tod %	Bemerkungen
1	4. 6. 1964	Huhn	Dermanyssus gallinae	K 328	5. 6.		Produkt geht in Gelee über, läßt sich
2	4. 6. 1964	Huhn	Menopon gallinae	K 328	5. 6.		nicht versprühen.
3	4. 6. 1964	Huhn	Dermanyssus gallinae	K 328	5. 6.		dito
4	5. 6. 1964	Huhn	Menopon gallinae	A	5. 6.	90%	Niederschlag und Tod nach 25′
5	5. 6. 1964	Huhn	Menopon gallinae	A	5. 6.	90%	Niederschlag und Tod nach 25′
6	5. 6. 1964	Huhn	Dermanyssus gallinae	A	5. 6.	90%	Niederschlag und Tod nach 40′
7	5. 6. 1964	Huhn	Dermanyssus gallinae	A	5. 6.	90%	Niederschlag und Tod nach 40′
8	7. 7. 1964	Huhn	Dermanyssus gallinae	B 1:1	7. 7.	95%	Niederschlag und Tod nach 40′
9	7. 7. 1964	Taube	Campanulotes bident.	B 1:2	7. 7.	95%	Wirkung fast wie bei B 1:1
10	7. 7. 1964	Huhn	Menopon gallinae	B 1:5	7. 7.	100%	Tötung innerhalb von 65′
11	7. 7. 1964	Huhn	Menopon gallinae	B 1:10	7. 7.	100%	Tötung innerhalb von 65′
12	8. 7. 1964	Huhn	Dermanyssus gallinae	C 1:1	8. 7.	80%	Tötung innerhalb von 30′
13	8. 7. 1964	Huhn	Menopon gallinae	C 1:2	8. 7.	60%	Tötung innerhalb von 30′
14	8. 7. 1964	Huhn	Dermanyssus gallinae	C 1:5	8. 7.	60%	Tötung nach 4 Stunden
15	8. 7. 1964	Huhn	Dermanyssus gallinae	C 1:10	8. 7.	90%	Tötung nach 8 Stunden
16	8. 7. 1964	Huhn	Dermanyssus gallinae	D 1:1	8. 7.		Wirkung erst nach 2½ Tagen zu sehen.

Versuchsergebnisse festgestellt wie bei Produkt C 1:10. Eine 100%ige Abtötung wurde bei dem Produkt D erst nach 2½ Tagen festgestellt. Die Ergebnisse von diesem Versuch zeigt die Tabelle VII.

3. **Feldversuche zur Behandlung von Hühnerstallungen mit Dermanyssus gallinae und von Hühnern mit Mallophagenbefall**

a) Da die Laborversuche erfolgversprechend schienen, wurde ein Hühnerstall, der stark mit der roten Vogelmilbe befallen war, einer Behandlung unterworfen. Die Milben fanden sich in Trauben in der Auflage und an der Unterseite der Sitzstangen sowie in Ritzen, Spalten und Fugen von Mauern und Gebälk. Das Gebäude, ein Fachwerkbau, mit Lehm ausgekleidet, in dem sich der Hühnerstall befand, war älterer Bauart. Die Balken waren morsch und zerklüftet; im Stalle selbst befanden sich in dem Mauerwerk mehrere ca. 5 cm tiefe Spalten und Ritzen, die besonders stark mit Milben besetzt waren. Der Hühnerstall befand sich über dem Schweinestall. Der Stalleingang lag ca. 2,5 m über der Erdoberfläche. Im Stall übernachteten jeweils 22 Tiere.

Mit einer gründlichen Säuberung des Stalles wurde die Behandlung eingeleitet. Daraufhin wurden die Sitzstangen entfernt und Wände sowie Balken gut mit der Aerosildispersion A (Nr. 42 564) besprüht. Die frische Einstreu (Sägespäne) wurde anschließend noch mit ca. 150 g Aerosil/u (Pulverform) vermischt. Nach 10 Tagen erfolgte die erste Nachuntersuchung. Befall mit Dermanyssus gallinae war vorhanden, allerdings konnten durchweg nur jüngere Entwicklungsstadien beobachtet werden. Daraus wurde geschlossen, daß die zur Zeit der Behandlung vorhandenen Imagines abgestorben waren. Daraufhin wurde eine zweite Behandlung durchgeführt, wobei die alten Balken und Sitzstangen einer besonders guten Besprühung ausgesetzt waren. Am 8. und am 15. Tag nach der letzten Behandlung konnten bei Nachuntersuchungen in diesem Stall keine Milben mehr vorgefunden werden. Die Außentemperatur an den Tagen der Behandlung lag bei etwa 30° C. Zum Zerstäuben des Präparates bewährte sich eine kleine Handspritze.

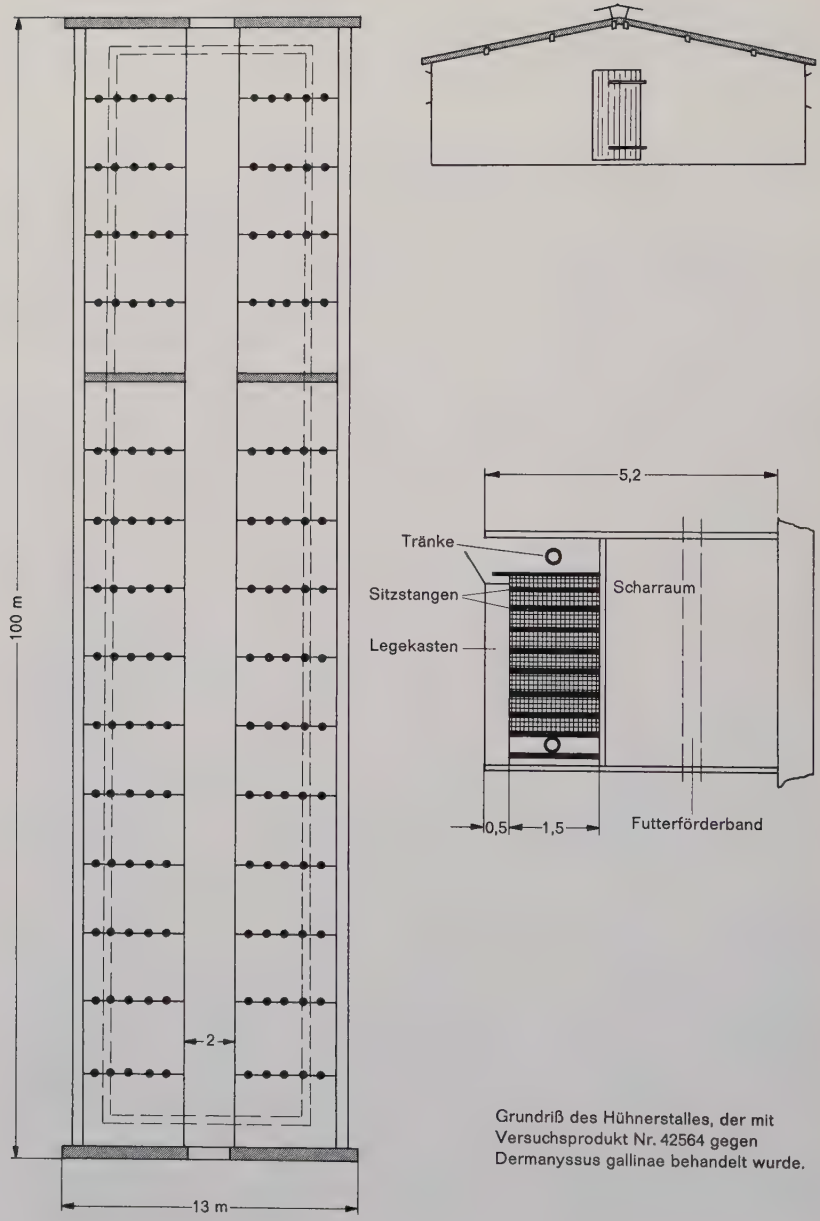
b) Ein Großversuch wurde in einer Geflügelfarm durchgeführt. (Zur Orientierung siehe Zeichnung I.) Der Stall war mit 3000 Hühnern besetzt, in 30 Abteilungen unterteilt und sehr stark mit roten Vogelmilben verseucht. Das letzte Drittel des Stalles hatte keine Nester an der Gangseite und war mit einer Trennwand von dem übrigen Stall abgeteilt. In und auf den Außenwänden der Nester sowie unter den Sitzstangen über den Kotgruben waren große Ansammlungen von Dermanyssus gallinae zu sehen. Auch hier kam die Aerosildispersion A (Nr. 42 564) zur Anwendung. Als Zerstäuber diente die Baumspritze der Gloria-Werke, Waderslo (Westfalen), Baujahr 1963. Die Ergebnisse nach einer einmaligen Behandlung und der darauffolgenden Nachuntersuchungen sind aus der Tabelle VIII zu ersehen.

TABELLE VIII: Einmalige Behandlung des Stalles einer Geflügelfarm mit dem Versuchsprodukt Nr. 42 564 (A)

Nachuntersuchung III 24. 7. 1964 Stalltemp. 31°		Nachuntersuchung II 15. 7. 1964 Stalltemp. 30°		Nachuntersuchung I 9. 7. 1964 Stalltemp. 28°				Nachuntersuchung Stalltemp. 28° I 9. 7. 1964		Stalltemp. 30° II 15. 7. 1964		Stalltemp. 31° III 24. 7. 1964	
ST	N	ST	N	ST	N	Nr.	Nr.	ST	N	ST	N	ST	N
—	—	—	—	—	—	16	15	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	17	14	+	—	+	—	—	—
—	—	—	—	—	—	18	13	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	19	12	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	20	11	—	—	—	—	—	—
—	+	—	—	—	—	21	10	—	—	+	—	—	—
—	+	—	+	+	—	22	9	—	—	—	—	—	—
+	+	+	+	—	+	23	8	—	—	—	—	—	—
+	+++	++	++	—	+	24	7	—	+	+	—	++	—
+	+	+	—	+	+	25	6	—	+	—	+	—	+
—	+	—	+	—	+	26	5	—	+	—	++	—	+
+	+	+	+	+	+	27	4	—	+++	—	++	—	++
—	—					28	3	—	++	—	+	—	++
—	—			++	+++	29	2	—	+	—	+	—	+
—	—			—	—	30	1	—	+	—	—	—	+

Zeichenerklärung:

— = keine Parasiten
+ = schwacher Befall
++ = mittlerer Befall
+++ = starker Befall
= unbesetzte Ställe
ST = Sitzstangen
N = Nester



Grundriß des Hühnerstalles, der mit Versuchsprodukt Nr. 42564 gegen Dermanyssus gallinae behandelt wurde.

c) In einem weiteren Feldversuch wurde ein Aufzuchtstall (fester Unterbau mit Holzaufbau), der mit Zuchthähnen besetzt war, behandelt. Der Stall hatte eine Fläche von 15 m² und war etwa 2,50 m hoch. Die roten Vogelmilben waren bis zu 1 cm dick an der unteren Seite der Sitzstangen sowie an deren Enden zu finden.

Nach einer gründlichen Reinigung kam erneut das Aerosilprodukt A (Nr. 42 564) zur Anwendung. Für die ordnungsgemäße Besprühung des gesamten Innenraumes des Stalles wurden 3 l des Präparates benötigt. Die erste Kontrolle erfolgte nach 10 Tagen sowie drei weitere im Abstand von 10, 14 und 21 Tagen. Der Stall war, soweit feststellbar, frei von der roten Vogelmilbe. Es ist auch hier zu bemerken, daß die Tagesaußentemperaturen während der Behandlungs- bzw. Nachuntersuchungszeit im Durchschnitt höher als 25° C lagen.

d) Zu Vergleichsuntersuchungen sind sodann noch zwei weitere Ställe von gleicher Größe und gleich starkem Befall mit **Dermanyssus gallinae** herangezogen worden. Es handelt sich hier um denselben Stalltyp wie im Versuch C. Die Milben hingen traubenförmig an den Sitzstangen. Die Enden waren in eine dichte Milbenschicht gehüllt. Zur Anwendung kamen hier die Aerosildispersionen A (Nr. 42 564) und D (Nr. 05 764). In dem Stall, der mit dem Produkt Nr. 42 564 ausgesprüht wurde, konnte nach 14 Tagen bei einer Außentemperatur von 35° C um die Mittagsstunden noch ein Nest von **Dermanyssus gallinae** an dem Ende einer Sitzstange gefunden werden. Im anderen Stall, wo das Produkt D (Nr. 05 764) zur Versprühung kam, konnte zur gleichen Zeit, bei gleicher Temperatur, eine gewisse Verminderung der Parasiten festgestellt werden, jedoch waren noch an mehreren Stellen, besonders an den Enden und an den Unterseiten der Sitzstangen, junge und ältere Generationen des **Dermanysus gallinae** zu beobachten. Nach einer Nachbehandlung mit dem gleichen Präparat konnten in dem ersten Stall keine Milben mehr bei den nächsten drei Nachuntersuchungen gefunden werden. Der andere Stall dagegen wurde noch dreimal mit dem Produkt D behandelt. Die darauffolgenden Kontrollbeobachtungen ergaben keine wesentliche Dezimierung der Parasiten.

e) Mit dem Aerosil in Pulverform konnten vier Bestände bei Rassegeflügelzüchtern behandelt werden. Den Tieren wurden einzeln mit einem Handzerstäuber ca. 1–2 g Aerosil ins Gefieder gestäubt. Nach einer einmaligen Behandlung wurden zwei Bestände als frei von **Federlingen** vorgefunden. Die Hähne, die besonders stark befallen waren, kamen drei Wochen später zur Schlachtung. Zu diesem Zeitpunkt waren sie ebenfalls frei von Federlingen.

D) Besprechung der Ergebnisse

In den fein dispergierten Siliziumpräparaten scheint sich eine neue Gruppe von Insektiziden gefunden zu haben. Die eigenen Untersuchungen sollten die Frage beantworten, ob diese Wirkung tatsächlich besteht und ob derartige Präparate in praxi anwendbar sind.

Ebeling und Wagner (1964) haben wohl als erste die Möglichkeit erkannt, mit Hilfe von Kieselsäurepräparaten Arthropoden zu bekämpfen. Melichar, Willomitzer und Vlcek (1964) haben auf eine eventuelle Einsatzmöglichkeit solcher Stoffe auf Geflügelektroparasiten hingewiesen. Die eigenen Untersuchungen bestätigen die Beobachtungen der genannten Autoren.

Verschiedene Siliziumdioxydpräparate erwiesen sich als wirksam gegenüber **Dermanyssus gallinae** und **Mallophagen.** Dabei wurde beobachtet, daß die Dauer von der Anwendung des Mittels bis zum Absterben nicht bei allen Arten gleich ist. Die Hühner-Mallophagen – „Menopon gallinae" – gingen verhältnismäßig schnell zugrunde. Dieser Zeitraum war immer gleich, unter welchen Verhältnissen auch die Parasiten von den Wirtstieren abgesammelt sein mochten. Dagegen wiesen Tauben-Mallophagen – „Campanulotes bidentatus" – eine weitaus größere Lebensdauer auf, die bis das Zehnfache betrug.

Diese Eigenschaften der Tauben-Mallophagen waren ebenfalls konstant und zeigten sich in zahlreichen Versuchen. Die Abtötungsdauer von Dermanyssus gallinae lag in der Mitte zwischen beiden. Diese Daten wurden in einer großen Anzahl von Laborversuchen in Petrischalen ermittelt. Auf die Wirkungsweise soll hier nicht näher eingegangen werden; sie sollte, ebenso wie die Prüfung des Verhaltens gegenüber weiteren Parasiten, Gegenstand späterer Untersuchungen sein.

Unter den verschiedenen hochdispersen Kieselsäuren hatten die Aerosile die Eigenschaft, sich bei den Versuchen sehr leicht in Luftstaub zu verwandeln; es war infolgedessen relativ schwierig, sie auf die Oberfläche der Arthropoden zu bringen. Hafteten sie aber an, so war die Wirkung gut.

Die restlichen Pulverformpräparate verhielten sich sandähnlich und ließen sich besser verstreuen, so daß die Treffsicherheit durch diese Eigenschaft erheblich besser war. Die Wirkung war bei den verschiedenen Präparaten unterschiedlich, am schwächsten bei TK 70, bei den übrigen ausreichend.

Als ausgezeichnet erwies sich die Wirkung der Suspensionen. Es war notwendig, ihnen Netz- und Haftstoffe zuzusetzen, da die Suspensionen andernfalls in ein Gel übergehen.

Die insektizide Wirksamkeit in vitro konnte nicht immer in eine relativ enge Korrelation mit der Oberflächengröße der verschiedenen Versuchsprodukte ge-

bracht werden. Ebenso zeigte sich, daß das Schüttgewicht sowie der pH-Wert keine sichtbare Korrelation zur Wirksamkeit aufwiesen.

Nachdem sich nun gezeigt hatte, daß den hochdispersen Kieselsäuren parasitizide Wirkung zukommt, sofern sie auf der Oberfläche der Arthropoden haften, galt es, sich noch kurz mit der Anwendbarkeit zu beschäftigen.

Die Pulverformen von hochdispersen Kieselsäuren haben zwar im Labor gute Ergebnisse gezeigt, wurden aber auf Grund ihrer physikalischen Beschaffenheit nur in einigen Kleinbetrieben angewandt (1–2 g pro Huhn). Die technische Anwendungsseite stößt in der Praxis auf große Schwierigkeiten. Die Pulverform kann aus diesem Grunde in Großbetrieben kaum Anwendung finden. Es dürfte äußerst schwierig sein, die kleinen Teilchen in die meist verborgenen Ritzen und Spalten zu bringen. Aus diesen Gründen ist unter anderen auch ein Vorrang den Dispersionen zu geben; denn die Anwendungstechnik ist bei der Bekämpfung mit der entscheidende Faktor. Dort, wo die Milben mit dem Präparat in Berührung kamen, war auch ein sicherer Erfolg zu verzeichnen. Die Anwendung der Dispersion A (Nr. 42 564) bei einer Berücksichtigung der erwähnten Voraussetzung beweist es (Feldversuch c). Hier wurden nach einer gründlichen Säuberung des Stalles 200 ml/m² von dem Präparat versprüht. Obwohl die Temperatur in den folgenden Wochen nicht unter 20° C sank, blieb der Stall nach einer einmaligen Behandlung frei von Ektoparasiten.

Die Untersuchungen zeigten, daß außer der insektiziden Wirkung auf die Imagoform auch die Eier und die Nymphenstadien mit beeinflußt werden. Die Art und Weise der Wirkung des Aerosils auf die erwähnten Nissen und Entwicklungsstadien bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Die Dispersion D wurde in einem Vergleichsversuch (Feldversuch d) angewandt und ergab ein nicht befriedigendes Ergebnis. Die Parasiten wurden fixiert, starben aber nicht alle ab. Außer einigen jungen Generationen wurden bei den Nachuntersuchungen immer wieder ausgewachsene und ältere Schmarotzer beobachtet.

Das Produkt K 328 dagegen koagulierte in der Spritze und ließ sich nicht zerstäuben. Die Produkte wurden als gebrauchsunfähig angesehen und aus weiteren Versuchen ausgeschlossen.

Daß der Anwendung der Präparate eine gründliche Säuberung des Stalles vorausgehen muß, ist selbstverständlich, wird aber durch den II. Feldversuch nochmals bestätigt. Hier wurde absichtlich eine Reinigung unterlassen, der Erfolg blieb dementsprechend aus.

Für die notwendige Menge der Präparate wurde im dritten Feldversuch ein Anhaltspunkt gefunden. Mit 200 ml/m² wurden gute Erfolge erzielt.

Die Mittel wurden durch alle Wirtstiere gut vertragen, lediglich bei dem ersten Hauptversuch wurde nach dem ersten Behandlungstag ein Huhn beobachtet.

das mit schwankendem Gang den Stall verließ und das Futter verweigerte. Bei der nächsten Fütterung war es durch seine Vitalität von der restlichen Herde nicht mehr zu unterscheiden. Die kurzfristige Störung des Allgemeinbefindens ist keinesfalls auf die Wirkung des Aerosils zurückzuführen. Die Leistung der Tiere ist während der Behandlungszeit in allen Fällen konstant geblieben oder leicht angestiegen, trotz der hohen Außentemperaturen zu dieser Zeit.

Die Bedenken, daß der Umgang mit Aerosil irgendwelche Schäden verursachen könnte, sind unbegründet. S a r r e (1948) und K u s c h i n s k i (1955) bestätigen in ihrem Gutachten die Unschädlichkeit des Aerosils bei chronischer Zufuhr.

Bei den durchgeführten Versuchen wurde ohne Schutz- oder Vorsichtsmaßnahmen gearbeitet. Nach einem längeren Berühren der Dispersion oder des Pulvers konnte nur eine gewisse Rauheit der Hände festgestellt werden, die auf die hygroskopische Wirkung des Aerosils zurückzuführen ist und durch ein leichtes Einfetten der Hände beseitigt werden kann.

Wenn auch die vorliegenden Untersuchungen vorerst nur tastend sein konnten, so scheint sich doch die Tatsache abzuzeichnen, daß hochdisperse Siliziumpräparate in richtiger Präparation und günstiger Anwendung sich als nicht aussichtslos für die Bekämpfung von Ektoparasiten gezeigt haben.

E) **Zusammenfassung**

1. In Laboratoriumsversuchen ließen sich Mallophagen und Milben durch hochdisperse Kieselsäurepräparate abtöten.
2. Die Abtötungszeiten waren unterschiedlich und bewegten sich zwischen weniger als einer Stunde und zehn Stunden, falls isolierte Parasiten in der Petrischale mit dem Mittel in Berührung kamen.
3. Wurden dagegen die Parasiten mit Federn in Petrischalen gebracht, so gelang ihre Abtötung schwerer und erst nach längerer Zeit.
4. Die Präparationen erwiesen sich als nicht ganz gleichwertig. Von den pulverförmigen Präparaten wirken am besten TK 302 und VN 3, am schlechtesten TK 70.

   Suspensionen ohne Netz- und Haftmittel zeigten sich als nicht anwendbar. Unter den Aufschwemmungen wirkte das Präparat D am schlechtesten. Die Wirkung der anderen war annähernd gleich.
5. Für Stallentwesungen halte ich lediglich die Suspensionen für anwendbar unter Beachtung allgemeiner hygienischer Grundsätze. Mit dem Präparat A Nr. 42 564 konnten mehrere Ställe nahezu von der roten Vogelmilbe befreit werden.

F) **Schrifttum**

Borchert, A.
Lehrbuch der Parasitologie für Tierärzte.
3. Auflage, S. Hirzel Verlag, Leipzig (1962).

Brünner, H.
Beeinflussung der Viskosität organischer Flüssigkeiten durch Aerosil.
Vortrag, gehalten an der Jahresversammlung der A.P.V. in Mainz 1960.
Informationsdienst A.P.V. **3,** 42 (1960).

Bünner, H.
Zur Kolloidchemie hochdisperser Metalloxyde.
Die Pharmazeutische Industrie **20,** 581 (1958).

Ebeling, W., and Wagner, R. E.
Built – in Pest Control.
Pest Control Magazine (1964).

Ebeling, W., and Wagner, R. E.
The treatment of voids under cabinets.
Pest Control Organisation News **24,** 8 (1964).

Fritzsche, K. – Gerriets, E.
Geflügelkrankheiten.
Verlag Paul Parey, Berlin–Hamburg (1962).

Grzimek, B.
Handbuch der Geflügelkrankheiten.
7. Auflage, Verlag Fritz Pfennigstorff, Berlin und Stuttgart (1957).

Herter, R.
Beitrag zur Statistik der Hühnerkrankheiten nebst einigen kritischen Betrachtungen.
Tierärztliche Umschau **6,** 22 (1951).

Holz, J.
Dermanyssus avium, ein gelegentlicher Parasit des Menschen.
Ärztl. Wschr. **9,** 16 (1954).

Hopf, G.

Medizinisches Gutachten aus dem Dermatologischen Laboratorium des Allgemeinen. Krankenhauses Heidberg v. 27. 7. 1955.

Jötten, K. W.

„Wirkung von Aerosilstaub auf das Lungengewebe von Versuchstieren.' Gutachten des Hygiene-Institutes der Westfälischen Landesuniversität und des Staatsinstitutes für Staub-Lungen-Forschung und Gewebehygiene 1947.

Kalamarz, E.

Forschung über die Biologie der Mallophagen.
Zeszyty naukowe Wyszej Szkoły Rolnicze w Olsztynie **15,** 247 (1963).

Kuschinsky, G.

Gutachten des Pharmakologischen Institutes der Universität Mainz über die Verträglichkeit des Aerosils bei chronischer Zufuhr per os v. 3. 8. 1955

Melichar, B. — Willomitzer, J. — Vlcek, J.

Die Wirkung von Aerosolen ungiftiger physikalischer Insektizide auf Ektoparasiten des Geflügesl (Übersetzung vom Tschechischen).
Veterinarstvi **8,** 2 (1964).

Sarre, H. J.

Verträglichkeit und therapeutische Eigenschaften des Aerosils.
Wissenschaftl. ärztl. Gutachten, Medizinische Universitätsklinik Freiburg 1948.

Tarshis, B.

The use of silica aerogel compounds for the control of ectoparasites.
Proc. of the Animal Care **12,** 217 (1962).

Tarshis, B.

The use of the silica aerogel insecticides, Dri-Die 67 and Drione, in new and existing structures for the prevention and control of cockroaches.
Proc. of the Animal Care **14,** 167 (1964).

Zierz, P.

Klinische Prüfung verschiedener aerosilhaltiger Hauttherapeutica.
Gutachten v. 5. 8. 1960.

Für die freundliche Überlassung des Themas und mir jederzeit gewährte Hilfe sage ich Herrn Professor Dr. Schoop herzlichen Dank.

Mein besonderer Dank gilt auch Herrn Dr. Lamina für die freundliche Beratung bei der Abfassung der Dissertation und darüber hinaus allen, die mir bei der Durchführung der Versuche im Institut für Zoonosenforschung durch praktische Hinweise zur Seite gestanden haben.

Der Firma Degussa, Frankfurt (Main), danke ich für die Überlassung der verschiedenen Siliziumpräparate sowie für deren elektromikroskopische Aufnahmen.

LEBENSLAUF

Am 8. September 1934 wurde ich als erstes Kind des Steinsetzmeisters und Tiefbauunternehmers Heinrich Kruner und seiner Ehefrau Helene, geb. Hillmann, in Weißstein, Kreis Waldenburg (Schlesien), geboren.

Vom Jahre 1940 bis Mai 1945 besuchte ich die Volksschule in Weißstein, Kreis Waldenburg (Schlesien). Infolge der Nachkriegswirren absolvierte ich vom Jahre 1947 bis 1950 die polnische Volksschule.

Im Jahre 1954 bestand ich im Gymnasium und Lyzeum zu Waldenburg (Schlesien) die Reifeprüfung.

Nach bestandener Aufnahmeprüfung wurde ich 1955 zum Studium der Medizin zugelassen.

An der Vet.-Med. Fakultät in Breslau studierte ich zehn Semester mit Erfolg. Im Sommer 1963 legte ich die Tierärztliche Prüfung vor dem Prüfungsausschuß der Vet.-Med. Fakultät der Freien Universität Berlin ab.

Meine Veterinärpraktikantenzeit absolvierte ich bei Herrn Dr. W. Lindner in Ober-Roden (Hessen).

Mit Wirkung vom 1. April 1964 wurde mir vom Senator für Gesundheitswesen, Berlin, die Bestallungsurkunde als Tierarzt ausgestellt.